

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-174263

(43)Date of publication of application : 29.06.2001

(51)Int.Cl.

G01C 19/56  
G01P 9/04

(21)Application number : 11-356669

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 15.12.1999

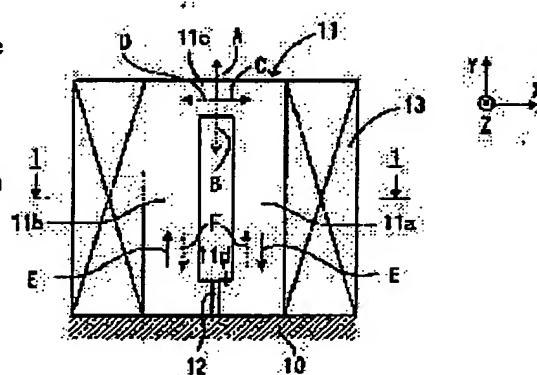
(72)Inventor : SATO SEIYA

## (54) ANGULAR-VELOCITY DETECTING APPARATUS

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an angular-velocity detecting apparatus whose detecting sensitivity is good by using a magnetostrictive material.

**SOLUTION:** The angular-velocity detecting apparatus is provided with a vibrating body 11 which is composed of the magnetostrictive material. The detecting apparatus is provided with a magnetic sensor 12. The detecting apparatus is provided with a driving coil 13. The vibrating body is composed of a first pillar-shaped vibration part 11a and a second pillar-shaped vibration part 11b. The vibrating body is composed of a first connection part 11c and a second connection part 11d. When a vibrating magnetic field is applied to the vibrating body 11 by the driving coil, the first and second vibration parts and the first and second connection parts are excited in a direction at right angles to a substrate. The first and second vibration parts are expanded and contracted at a phase difference of  $180^\circ$ . Therefore, when an angular velocity around an axis at right angles to an excitation direction, the Coriolis force which is vibrated in a direction at right angles to the excitation direction is generated, and a magnetic field whose direction is different by  $180^\circ$  is generated in the first and second vibration parts. Its magnetic flux passes a closed magnetic circuit which is composed of the vibrating body and the magnetic sensor, and the output of the magnetic sensor as the output of the angular-velocity detecting apparatus becomes a value which reflects the angular velocity satisfactorily.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-174263

(P2001-174263A)

(43) 公開日 平成13年6月29日 (2001.6.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード (参考)

G 0 1 C 19/56

G 0 1 C 19/56

2 F 1 0 5

G 0 1 P 9/04

G 0 1 P 9/04

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平11-356669

(22) 出願日

平成11年12月15日 (1999. 12. 15)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 佐藤 誠也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100088971

弁理士 大庭 咲夫 (外1名)

Fターム (参考) 2F105 BB02 CC01 CC04 CD01 CD05

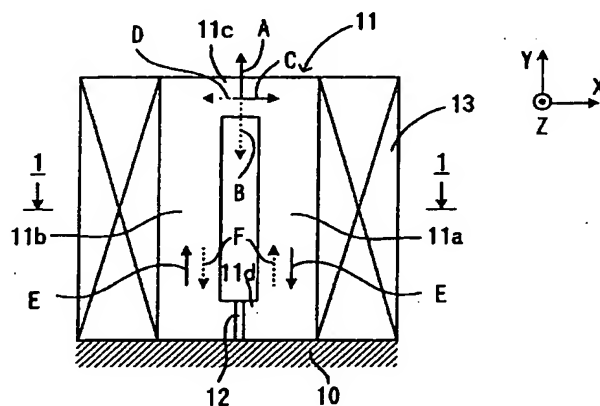
CD11 CD13

(54) 【発明の名称】 角速度検出装置

(57) 【要約】

【課題】 磁歪材料を用いて検出感度の良好な角速度検出装置を提供すること。

【解決手段】 角速度検出装置は、磁歪材料からなる振動体11と、磁気センサ12と、駆動用コイル13とを有している。振動体は、柱状の第1、第2振動部11a、11bと、第1連結部11cと、第2連結部11dとからなっている。駆動用コイルにより振動磁界が振動体11に加わると、第1、第2振動部、第1連結部、及び第2連結部は、基板に直交する方向に励振され、第1振動部と第2振動部は180度の位相差をもって伸縮する。これにより、励振方向と直交する軸廻りの角速度が加わると、同励振方向と直交する方向に振動するコリオリ力が生じ、第1振動部と第2振動部には方向が180度異なる磁界が発生する。その磁束は振動体と磁気センサとからなる閉磁路を通過するので、角速度検出装置の出力としての磁気センサ出力は角速度を良く反映した値となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板に固定された磁歪材料からなる振動体と、  
前記振動体を基板に直交する方向に振動させる駆動磁界を発生する駆動手段と、  
前記振動体の発生する磁界を検出する検出手段とを備え、  
前記振動体の振動方向と直交する軸廻りの角速度に応じて同振動体にコリオリ力を生じさせ、このコリオリ力で同振動体を歪ませて磁界を発生させるとともに、前記検出手段にてこの発生磁界を検出することにより前記角速度を検出する角速度検出装置において、  
前記振動体は、  
一端が前記基板に固定された柱状の第 1 振動部と、  
一端が前記基板に固定された柱状の第 2 振動部と、  
前記第 1 振動部と前記第 2 振動部とを基板から離間した位置にて連結する第 1 連結部とを含んでなることを特徴とする角速度検出装置。

【請求項 2】 前記磁歪材料の透磁率と同等以上の透磁率を有する材料からなり、前記第 1 及び第 2 振動部を前記基板近傍部位にて連結する第 2 連結部を備え、  
前記第 1 振動部、前記第 2 振動部、前記第 1 連結部、及び前記第 2 連結部が形成する閉磁路中に配設された磁気センサを含んでなることを特徴とする請求項 1 に記載の角速度検出装置。

【請求項 3】 前記検出手段は、前記第 1 振動部を巻回する第 1 コイルと、前記第 2 振動部を巻回する第 2 コイルと、前記第 1 及び第 2 コイルに生じる誘起電圧の差を出力する演算手段とを含んでなることを特徴とする請求項 1 に記載の角速度検出装置。

【請求項 4】 前記駆動手段は、前記第 1 及び第 2 コイルと、同第 1 及び第 2 コイルの各々が同一振幅且つ同一位相の駆動磁界を発生するように同第 1 及び第 2 コイルに電流を流す駆動回路とから構成されたことを特徴とする請求項 3 に記載の角速度検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁歪材料を利用した角速度検出装置に関し、特に高い検出精度を有する角速度検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、種々の形式の角速度検出装置が知られていて、特開平 7-20140 号公報には磁歪材料を用いた角速度検出装置が開示されている。この開示された角速度検出装置は、図 14 に示したように、磁歪材料からなる振動体 100 を備えている。振動体 100 は、二つの脚部 101、102 と、これを連結する連結部 103 とからなっている。また、脚部 101、102 は、駆動用コイル 104 の発生する励磁界により屈曲振動している。これにより、図中矢印にて示した角速度

が加わると、脚部 101、102 の振動方向に直交する方向にコリオリ力が生じ、同脚部 101、102 の振動方向が励磁界のみによる振動の方向からずれる。従って、このずれに起因して脚部 101、102 に働く応力が変化し、逆磁歪効果によって同脚部 101、102 の発生する磁界が変化する。この検出装置は、かかる磁界の変化を検出用コイル 105、106 により検出することで、同装置に加わっている角速度を検出する。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来の角速度検出装置においては、図 14 中に破線にて示したように、各脚部 101、102 内にて閉磁路が形成されるため、各検出用コイル 105、106 と鎖交する磁束はトータルとして極めて僅かなものとなり、結果として角速度の検出感度が非常に低くなるという問題がある。

## 【0004】

【本発明の概要】 本発明は、上記課題に対処すべくなされたものであり、その特徴は、基板に固定された磁歪材料からなる振動体と、前記振動体を基板に直交する方向に振動させる磁界を発生する駆動手段と、前記振動体の発生する磁界を検出する検出手段とを備え、前記振動体の振動方向と直交する軸廻りの角速度に応じて同振動体にコリオリ力を生じさせ、このコリオリ力で同振動体を歪ませて磁界を発生させるとともに、前記検出手段にてこの発生磁界を検出することにより前記角速度を検出する角速度検出装置において、前記振動体は、一端が前記基板に固定された柱状の第 1 振動部と、一端が前記基板に固定された柱状の第 2 振動部と、前記第 1 振動部と前記第 2 振動部とを基板から離間した位置にて連結する第 1 連結部とを含んでなることにある。

【0005】 これによれば、第 1、第 2 振動部、及び第 1 連結部は、基板に直交する方向に振動されているため、これらに振動方向と直交する軸廻りの角速度が加わると、同振動方向と直交する方向（基板に平行な方向）にコリオリ力が生じる。このとき、基板固定部から離れた位置にある第 1 連結部の変位量は、第 1、第 2 振動部の基板固定部近傍の変位量に比べて大きくなる。従って、第 1 連結部が第 1 振動部側に変位すると第 1 振動部は縮小し、第 2 振動部は伸張する。逆に、第 1 連結部が第 2 振動部側に変位すると、第 1 振動部は伸張し、第 2 延長部は縮小する。

【0006】 この結果、磁歪効果により、第 1 振動部と第 2 振動部には方向が 180 度異なる磁界（位相が 180 度異なる磁界）が発生する。また、第 1、第 2 振動部は第 1 連結部にて連結されているため、各々に発生した磁界の磁束は、連結部内を磁路として通過する。これにより、各振動部の発生した磁界の磁束は、磁気回路上同一の向きとなって重畳し、その結果、磁界強度が増大する。上記角速度検出装置は、この磁界を検出するため、

その検出感度は良好なものとなる。

【0007】また、前記角速度検出装置において、前記磁歪材料の透磁率と同等以上の透磁率を有する材料からなり、前記第1及び第2振動部を前記基板近傍部位にて連結する第2連結部を備えるとともに、前記検出手段が前記第1振動部、前記第2振動部、前記第1連結部、及び前記第2連結部が形成する閉磁路中に配設された磁気センサを含んでなることが好適である。

【0008】これによれば、第1、第2振動部の発生する磁界の磁束は、第1振動部、第1連結部、第2振動部、及び第2連結部が形成する閉磁路内を通過し、磁気センサはこの閉磁路内に配設されることになる。従って、磁気センサに第1、第2振動部の発生する磁界の磁束の大部分を通過させることが可能となるので、良好な検出感度を有する角速度検出装置が提供される。

【0009】また、上記角速度検出装置において、前記検出手段は、前記第1振動部を巻回する第1コイルと、前記第2振動部を巻回する第2コイルと、前記第1及び第2コイルに生じる誘起電圧の差を出力する演算手段とを含んでなることが好適である。

【0010】これによれば、第1、第2コイルの各々には、角速度により（即ち、コリオリ力により）発生した磁界の磁束と駆動磁界の磁束とが鎖交する。このため、第1、第2コイルの出力電圧は、角速度により生じた磁界に基づく誘起電圧に駆動磁界により生じた誘起電圧を加えた値となる。しかし、一般には、角速度により発生する磁界は、駆動磁界に対して極めて小さいので、第1又は第2コイルの出力電圧をそのまま角速度検出装置の出力としたのでは、検出感度が良好ではない。一方、角速度により第1、第2振動部に生じる磁界は、その方向が180度異なるので、角速度により第1、第2コイルに生じる磁界もその方向が180度異なる。従って、各コイルの発生する誘起電圧はその位相が180度異なる。他方、駆動磁界は第1、第2コイル間で同一であるため、その誘起電圧も第1、第2コイル間で同一である。そこで、上記のように、演算手段により第1コイルと第2コイルに生じる電圧の差を出力するように構成すれば、駆動磁界による誘起電圧分が相殺され、且つ角速度による誘起電圧が2倍となって出力される。この結果、良好な検出感度を有する角速度検出装置が提供される。

【0011】また、前記第1、第2コイルと演算回路とを備えた角速度検出装置において、前記駆動手段が、前記第1及び第2コイルと、同第1及び第2コイルの各々が同一振幅且つ同一位相の駆動磁界を発生するように同第1及び第2コイルに電流を流す駆動回路とから構成されていることが好適である。

【0012】これによれば、検出用コイルを駆動用コイルとして利用できるため、角速度検出装置を廉価に製造することができる。

### 【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の各実施形態について図面を参照しつつ説明すると、図1は、第1実施形態に係る角速度検出装置の正面図であり、図2は、図1の角速度検出装置を1-1線に沿った平面にて切断した断面図である。この角速度検出装置は、基板10に固定された振動体11と、磁気センサ12と、振動体11を巻回するとともに基板10に固定された駆動用コイル（励振用コイル）13とを備えている。

10 【0014】振動体11は、磁歪材料からなる。磁歪材料としては、 $TbFe_2$ 、 $TbCo_{0.4}Fe_{1.6}$ 等を使用する。これらの磁歪材料は、図3に示したように、変位（歪み）が生じると同変位に応じた磁界を発生し、また磁界を加えると変位する特性（磁歪効果）を有している。この振動体11は、略直方体で柱状の第1振動部11aと、同じく略直方体で柱状の第2振動部11bと、第1連結部11cと、第2連結部11dとから構成されている。第1振動部11aの軸線と第2振動部11bの軸線は平行となっている。

20 【0015】第1、第2振動部11a、11bの各々の一端部は、基板10に接着固定されている。第1連結部11cは、第1、第2振動部11a、11bの基板固定側端部と反対側端部（基板10から離間した位置）にて、第1振動部11aと第2振動部11bとを連結している。第2連結部11dは、基板に接着固定されていて、第1、第2振動部11a、11bの基板近傍部位にて両者を連結している。

30 【0016】磁気センサ12は、ホール素子からなっていて、図4に示したように、通過する磁束（磁界）に応じた電圧を出力する。磁気センサ12は、第2連結部11dと同一断面形状を有し、同第2連結部11dの中間位置に埋め込まれるように配設されている。

【0017】図5は、角速度検出装置の検出回路の概略を示している。この検出回路は、磁気センサ12の両端が接続されたAC増幅回路21と、AC増幅回路21と接続された同期検波回路22と、同期検波回路22と接続されたDC増幅回路23と、駆動用コイル13及び同期検波回路22と接続された駆動回路24とを備えている。

40 【0018】次に、以上のように構成された角速度検出装置の作動について説明すると、駆動回路24は所定の周波数の駆動電圧を駆動用コイル13に印加する。これにより、駆動用コイル13は振動体11に対して第1、第2振動部11a、11bの長手方向に沿って振動する駆動磁界（励振用磁界）を発生する。従って、振動体11の各部は、図1に矢印A、Bにて示したように、基板10に直交する方向（図1に示したY軸方向）において振動する。この振動は、駆動電圧と同一の周期（以下、「駆動周期」という。）を有している。

50 【0019】かかる状態において、振動体11に同振動

体 11 の振動方向と直交する軸（図 1 に示した Z 軸）廻りの角速度が加わると、振動体 11 の各部にはコリオリ力が発生する。このコリオリ力は、図 1 に矢印 C、D にて示したように、振動体 11 の振動方向（Y 軸方向）、及び加わった角速度の回転軸（Z 軸方向）と直交する方向（図 1 に示した X 軸方向）において、駆動周期と同一の周期にて振動する。

【0020】このコリオリ力により、振動体 11 の各部は X 軸方向に変形する。このとき、第 1 連結部 11 c の変位量は、第 1、第 2 振動部 11 a、11 b の基板 10 に固定されている部分近傍の変位量に比べて大きくなる。基板 10 に固定されている部分近傍は、自由な変位が規制されるからである。従って、第 1 連結部 11 c が第 1 振動部 11 a 側に変位すると、図 1 に矢印 E にて示したように、第 1 振動部 11 a は縮小し、第 2 振動部 11 b は伸張する。逆に、第 1 連結部 11 c が第 2 振動部側 11 b 側に変位すると、図 1 に矢印 F にて示したように、第 1 振動部 11 a は伸張し、第 2 振動部 11 b は縮小する。

【0021】この結果、磁歪効果により、第 1 振動部 11 a と第 2 振動部 11 b は、基板 10 に直交する方向（Y 軸方向）で互いに向きが 180 度異なる磁界（位相が 180 度異なる磁界）を発生する。また、第 1、第 2 振動部 11 a、11 b は第 1 連結部 11 c、及び第 2 連結部 11 d にて連結されているため、第 1、第 2 振動部 11 a、11 b に発生した磁界の磁束は、第 1 連結部 11 a と、第 2 連結部 11 d 及び磁気センサ 12 と、第 2 振動部 11 b と、第 1 連結部 11 c とを磁路として通過する。換言すれば、振動体 11 及び磁気センサ 12 により閉磁路が形成される。

【0022】これにより、第 1、第 2 振動部 11 a、11 b の発生した磁界の磁束は、磁気回路上一向きの向きとなって重畳し、磁気センサ 12 を通過する。この結果、磁気センサ 12 は、加わった角速度に応じた振幅を有し、且つ駆動周期と同一の周期を有する電圧を発生する。

【0023】上記磁気センサ 12 の発生した電圧は、A/C 増幅回路 21 にて増幅され、同期検波回路 22 に送出される。同期検波回路 22 は、駆動回路 24 からの信号を入力し、駆動電圧と同期をとりながら A/C 増幅回路 21 の出力信号を整流し（負電圧部分を正電圧に反転し）、整流後の信号を積分して D/C 増幅回路 23 に送出する。D/C 増幅回路 23 は、この積分信号を更に増幅して出力する。これが、角速度検出装置としての最終出力となる。

【0024】以上に説明したように、第 1 実施形態においては、角速度が加わった場合に第 1、第 2 振動部 11 a、11 b に発生する磁界の向きは基板 10 に直交する方向であって、互いに 180 度異なっている。また、この磁界の磁束は、振動体 11 と磁気センサ 12 が構成す

る閉磁路内を通過する。このため、第 1 振動部 11 a のコリオリ力による磁界と、第 2 振動部 11 b のコリオリ力による磁界が相殺することなく重畳し、且つ、その磁束は外部に殆ど漏れることなく磁気センサ 12 を通過する。これにより、良好な検出感度を有する角速度検出装置が提供される。

【0025】次に、本発明の第 2 実施形態について図 6～図 8 を参照しつつ説明すると、図 6 は、第 2 実施形態に係る角速度検出装置の正面図であり、図 7 は図 6 の角速度検出装置を 2-2 線に沿った平面にて切断した断面図である。この角速度検出装置は、基板 30 に固定された振動体 31 と、検出用の第 1、第 2 コイル 32、33 と、これらを巻回するとともに基板に固定された駆動用コイル 34 とを備えている。

【0026】振動体 31 は、第 1 実施形態の振動体 11 と同一の磁歪材料からなっていて、略直方体で柱状の第 1 振動部 31 a と、同じく略直方体で柱状の第 2 振動部 31 b と、第 1 連結部 31 c と、第 2 連結部 31 d とから構成されている。第 1 振動部 31 a の軸線と第 2 振動部 31 b の軸線は平行となっている。

【0027】振動体 31 の構造は、磁気センサ 12 を除いて第 1 実施形態の振動体 11 の構造と同一である。即ち、第 1、第 2 振動部 31 a、31 b の各々の一端部は、基板 30 に接着固定されている。第 1 連結部 31 c は、基板 30 から離間した位置にて第 1 振動部 31 a と第 2 振動部 31 b とを連結している。第 2 連結部 31 d は、基板に接着固定されていて、第 1、第 2 振動部 31 a、31 b の基板近傍部位にて両者を連結している。

【0028】第 1 コイル 32 は、第 1 振動部 31 a に発生している磁界を検出するためのものであり、第 1 振動部 31 a の周囲に巻回され、第 1 振動部 31 a 内を通過する磁束が鎖交するようになっている。同様に、第 2 コイル 33 は、第 2 振動部 31 b に発生している磁界を検出するためのものであり、第 2 振動部 31 b の周囲に巻回され、第 2 振動部 31 b 内を通過する磁束が鎖交するようになっている。この第 2 コイル 33 は、第 1 コイル 32 と同一の緒元（抵抗値、インダクタンス等）を有している。

【0029】駆動用コイル 34 は、振動体 31 に駆動磁界を付与してこれを振動させるためのものであり、第 1、第 2 コイル 32、33 を包囲するように巻回されるとともに、基板 30 に固定されている。

【0030】図 8 は、上記第 2 実施形態に係る角速度検出装置の検出回路の概略を示している。この検出回路は、図 5 に示した第 1 実施形態に係る検出回路に対し、入力部のみが異なっている。従って、同一構成部分には同一符号を付し、その説明を省略する。

【0031】この検出回路の入力部は、差動増幅器 OP を備えている。差動増幅器 OP のプラス側入力端子は抵抗 r1 を介して第 1 コイル 32 に接続されるとともに抵抗

抗  $R_1$  を介して接地され、マイナス側端子は抵抗  $r_2$  を介して第 2 コイル 33 に接続されている。また、作動増幅器 OP の出力端子は、AC 増幅回路 21 に接続されるとともに、帰還抵抗  $R$  を介してマイナス側入力端子に接続されている。

【0032】次に、以上のように構成された角速度検出装置の作動について説明すると、駆動電圧の印加による振動体 31 の振動、角速度によるコリオリ力の発生、コリオリ力による振動体 31 の伸縮、及び振動体 31 の伸縮に伴う磁界の発生については、第 1 実施形態と同様である。即ち、振動体 31 に対して駆動磁界による振動方向（図 6 の Y 軸方向）と直交する軸（図 6 の Z 軸）廻りの角速度が加わると、第 1 振動部 31 a と第 2 振動部 31 b は、基板 30 に直交する方向で互いに向きが 180 度異なる磁界（位相が 180 度異なる磁界）を発生する。

【0033】また、第 1、第 2 振動部 31 a、31 b は第 1 連結部 31 c、及び第 2 連結部 31 d にて連結されているため、第 1、第 2 振動部 31 a、31 b に発生した磁界の磁束は、第 1 振動部 31 a と、第 2 連結部 31 d と、第 2 振動部 31 b と、第 1 連結部 31 c とを磁路として通過する。これにより、第 1、第 2 コイル 32、33 には、方向が 180 度異なる磁束が通過する。

【0034】一方、第 1、第 2 コイル 32、33 の各々には、駆動用コイル 34 による駆動磁界の磁束が同一方向に鎖交する。このため、第 1、第 2 コイル 32、33 の各々に発生する誘起電圧は、角速度により生じた振幅が同一で位相が 180 度異なる誘起電圧と、駆動磁界により生じた振幅及び位相が同一の誘起電圧とを加えた値となる。

【0035】この第 1、第 2 コイル 32、33 の誘起電圧は、差動増幅器 OP に入力され、差動増幅器 OP は、両電圧の差を出力する。この結果、駆動磁界による誘起電圧分は相殺され、角速度により各コイル 32、33 に生じた誘起電圧が 2 倍となって出力される。そして、この出力は、AC 増幅回路 21 にて増幅され、同期検波回路 22 にて整流及び積分され、DC 増幅回路 23 にて増幅して出力される。

【0036】以上に説明したように、第 2 実施形態においては、駆動磁界による誘起電圧分が相殺されるとともに、各コイル 32、33 に角速度による誘起される電圧が 2 倍とされて出力される。従って、良好な検出感度を有する角速度検出装置が提供される。

【0037】次に、本発明の第 3 実施形態について図 9～図 11 を参照しつつ説明すると、図 9 は、第 2 実施形態に係る角速度検出装置の正面図であり、図 10 は、図 9 の角速度検出装置を 3-3 線に沿った平面にて切断した断面図である。この角速度検出装置は、第 2 実施形態にて説明した検出用のコイル（第 1 コイル、第 2 コイル 32、33）が駆動用のコイルとしても用いられる点に

おいてのみ第 2 実施形態と相違する。即ち、この角速度検出装置は、基板 40 に固定された振動体 41 と、駆動及び検出用の第 1、第 2 コイル 42、43 とを備えている。

【0038】振動体 41 は、第 2 実施形態の振動体 31 と同一の磁歪材料からなっていて、略直方体で柱状の第 1 振動部 41 a と、同じく略直方体で柱状の第 2 振動部 41 b と、第 1 連結部 41 c と、第 2 連結部 41 d とから構成されている。第 1 振動部 41 a の軸線と第 2 振動部 41 b の軸線は平行となっている。

【0039】振動体 41 の構造は、第 2 実施形態と同一である。即ち、第 1、第 2 振動部 41 a、41 b の各々の一端部は、基板 40 に接着固定されている。第 1 連結部 41 c は、基板 40 から離間した位置にて第 1 振動部 41 a と第 2 振動部 41 b とを連結している。第 2 連結部 41 d は、基板に接着固定されていて、第 1、第 2 振動部 41 a、41 b の基板近傍部位にて両者を連結している。

【0040】第 1 コイル 42 は、第 1 振動部 41 a に対し所定の振幅及び周期の駆動磁界を付与して同第 1 振動部 41 a を振動させるとともに、第 1 振動部 41 a に発生している磁界を検出するためのものであり、第 1 振動部 41 a の周囲に巻回され、第 1 振動部 41 a 内を通過する磁束が鎖交するようになっている。同様に、第 2 コイル 43 は、第 2 振動部 41 b に対して所定の振幅及び周期の駆動磁界を付与して同第 2 振動部 41 b を振動させるとともに、第 2 振動部 41 b に発生している磁界を検出するためのものであり、第 2 振動部 41 b の周囲に巻回され、第 2 振動部 41 b 内を通過する磁束が鎖交するようになっている。この第 2 コイル 43 は、第 1 コイル 42 と同一の緒元（抵抗値、インダクタンス等）を有している。

【0041】図 11 は、上記第 3 実施形態に係る角速度検出装置の検出回路の概略を示している。この検出回路は、図 8 に示した第 2 実施形態に係る検出回路に対し、駆動回路 24 が第 1、第 2 コイル 42、43 に抵抗  $R_1$ 、 $R_2$  を介してそれぞれ接続されている点のみににおいて相違している。これにより、第 1、第 2 コイル 42、43 には同一振幅で同一周期の駆動電圧が付与され、同一の駆動電流が通電される。

【0042】次に、以上のように構成された角速度検出装置の作動について説明すると、駆動電圧の印加による振動体 41 の振動、角速度によるコリオリ力の発生、コリオリ力による振動体 41 の伸縮、及び振動体 41 の伸縮に伴う磁界の発生については、第 1、第 2 実施形態と同様である。即ち、振動体 41 に対して駆動磁界による振動方向（図 9 の Y 軸方向）と直交する軸（図 9 の Z 軸）廻りの角速度が加わると、第 1 振動部 41 a と第 2 振動部 41 b は、基板 40 に直交する方向で向きが 180 度異なる磁界（位相が 180 度異なる磁界）を発生す



る。

【0043】また、第1、第2振動部41a、41bは第1連結部41c、及び第2連結部41dにて連結されているため、第1、第2振動部41a、41bに発生した磁界の磁束は、第1連結部41aと、第2連結部41dと、第2振動部41bと、第1連結部41cとを磁路として通過する。これにより、第1、第2コイル42、43には、方向が180度異なる磁束が鎖交する。

【0044】一方、第1、第2コイル42、43の各々には、第1、第2コイル42、43の作る駆動磁界の磁束が同一方向に鎖交する。このため、第1、第2コイル42、43の各々に発生する誘起電圧は、角速度により生じた振幅が同一で位相が180度異なる誘起電圧と、駆動磁界により生じた振幅及び位相が同一の誘起電圧とを加えた値となる。

【0045】この第1、第2コイル42、43の誘起電圧は、差動増幅器OPに入力され、差動増幅器OPは、両電圧の差を出力する。この結果、駆動磁界による誘起電圧分は相殺され、角速度により各コイル42、43に生じた誘起電圧が2倍となって出力される。そして、この出力は、AC増幅回路21にて増幅され、同期検波回路22にて整流及び積分され、DC増幅回路23にて増幅して出力される。

【0046】以上に説明したように、第3実施形態においては、駆動磁界による誘起電圧分が相殺されるとともに、各コイル42、43に角速度による誘起される電圧が2倍とされて出力される。従って、良好な検出感度を有する角速度検出装置が提供される。また、角速度検出用の第1、第2コイル42、43が駆動用磁界を発生させる駆動用コイルとしても機能する。このため、駆動用コイルを別途設ける必要がなく、装置のコストを低減することができる。

【0047】次に、磁歪材料を用いた角速度検出装置の他の実施形態について図1-2及び図1-3を参照しつつ説明すると、図1-2は、かかる角速度検出装置の概略斜視図あり、図1-3は、図1-2の角速度検出装置を4-4線に沿った平面にて切断した断面図である。この角速度検出装置は、所謂音叉型と呼ばれるものであり、音叉50は、第1実施形態と同様の磁歪材料から形成されていて、基部50a、励振用音叉部50b、及び検出用音叉部50cとからなっている。

【0048】励振用音叉部50bは、略四角柱形状を有していて、基部50aから一方に伸びている。励振用音叉部50bの各側面には、右回りの渦巻き状のパターンを有するようにAuを蒸着した励振用コイル51a、51b、52a、52bが形成されている。検出用音叉部50cは、励振用音叉部50bと同一形状を有していて、励振用音叉部50bと所定の距離を隔てた位置に、基部50aから前記一方に向け励振用音叉部50bと平行に伸びている。

【0049】また、検出用音叉部50cの側面であって図1-3に示したX軸と直交する面には、渦巻き状のパターンを有するようにAuを蒸着した検出用コイル53a、53b、54a、54bが形成されている。このうち、検出用コイル53a、54aは同一面上に形成され、検出用コイル53b、54bは同一面上に形成されている。また、検出用コイル53aと検出用コイル53bは、互いに対向するように配設されるとともに、図示しない検出回路にて直列に接続され、各コイルに生じる誘起電圧が合成されるようになっている。同様に、検出用コイル54aと検出用コイル54bは、互いに対向するように配設されるとともに、図示しない検出回路にて直列に接続され、各コイルに生じる誘起電圧が合成されるようになっている。更に、検出用コイル53a、53bの合成された誘起電圧（合成誘起電圧）と検出用コイル54a、54bの合成された誘起電圧（合成誘起電圧）は、図示しない検出回路にて何れかの合成誘起電圧の正負が反転されて、他の合成誘起電圧に重畳されるようになっている。

【0050】次に、上記の角速度検出装置の作動について説明すると、励振用コイル51a、51bには振幅及び位相が同一の正弦波の電流が通電される。また、励振用コイル52a、52bには前記励振用コイル51a、51bに通電される電流と振幅が同一であり、位相が180度異なる正弦波の電流が通電される。これにより、図1-3中に破線の矢印で示したような磁界が発生し、合成磁界は同図中に実線の矢印にて示したように図1-3のX軸方向に沿ったものとなる。この合成磁界は、前記正弦波電流の周期を有しながら振動し、励振磁界となる。

【0051】上記励振磁界が加わると、励振用音叉部50bは磁歪効果により伸縮し、X軸に沿って振動する。具体的には、図1-3において励振用音叉部50bをY軸に平行な中心線で左右に区分けした場合、左半分は左方向の励振磁界が加わったとき、右半分には右方向の励振磁界が加わり、これにより左半分は縮小し右半分は伸張するため、励振用音叉部50bは左方向（X軸の負方向）に変形する。また、励振用音叉部50bの左半分に右方向の励振磁界が加わったとき、右半分には左方向の励振磁界が加わり、これにより左半分は伸張し右半分は縮小するため、励振用音叉部50bは右方向（X軸の正方向）に変形する。そして、このような変形が励振磁界に応じて交互に発生し、励振用音叉部50bは振動する。

【0052】励振用音叉部50bが振動すると検出用音叉部50cは共振し、X軸に沿って振動する。このとき、Z軸廻りの角速度が加わると、検出用音叉部50cにはY軸方向において振動するコリオリ力が発生する。このため、検出用音叉部50cは、Y軸の正又は負方向にも交互に屈曲する。この結果、検出用音叉部50cは屈曲側において縮小し、図1-3において矢印にて示した



11

ように、磁歪効果によりX軸の負方向（又は正方向）の磁界を発生する。また、検出用音叉部50cは、屈曲側と反対側において伸長し、磁歪効果によりX軸の正方向（又は負方向）の磁界を発生する。そして、このように発生された磁界は、検出用コイル53a、53b、54a、54bの各々に誘起電圧を発生させる。この誘起電圧は、前述した図示しない検出回路により処理され、角速度検出装置の出力となる。

【0053】以上に説明したように、この角速度検出装置は、磁歪材料を使用して従来の音叉型角速度検出装置を実現させたものであり、角速度により4個の検出用コイル53a、53b、54a、54bの各々に生じる誘起電圧を互いに相殺することのないように重畳させて出力するため、検出精度が高いものとなっている。

【0054】以上、説明したように、本発明によれば、磁歪材料を使用しつつ検出感度の高い角速度検出装置が提供される。なお、本発明は、以上に説明した各実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において他の形態を採用することができる。例えば、第1実施形態においては、第2連結部11dを第1、第2振動部11a、11bと同一の磁歪材料から形成したが、同磁歪材料の透磁率より大きい透磁率を有する材料で構成してもよく、又は、このような高透磁率材料からなる薄膜を第2連結部11dの側面に（磁気センサ12の側面を除き）貼着してもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態に係る角速度検出装置の正面図である。

【図2】 図1に示した角速度検出装置を1-1線に沿った平面にて切断した断面図である。

【図3】 磁歪材料の変位と発生磁界の関係を示した図である。

【図4】 図1に示した角速度検出装置が使用する磁気

12

センサの出力特性を示す図である。

【図5】 図1に示した角速度検出装置の検出回路の概略図である。

【図6】 本発明の第2実施形態に係る角速度検出装置の正面図である。

【図7】 図6に示した角速度検出装置を2-2線に沿った平面にて切断した断面図である。

【図8】 図6に示した角速度検出装置の検出回路の概略図である。

10 【図9】 本発明の第3実施形態に係る角速度検出装置の正面図である。

【図10】 図9に示した角速度検出装置を3-3線に沿った平面にて切断した断面図である。

【図11】 図9に示した角速度検出装置の検出回路の概略図である。

【図12】 磁歪材料を使用した角速度検出装置の他の実施形態の概略を示した斜視図である。

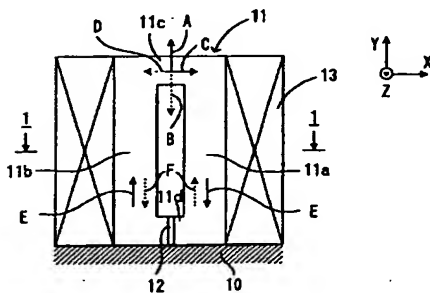
【図13】 図12に示した角速度検出装置を4-4線に沿った平面にて切断した断面図である。

20 【図14】 従来の角速度検出装置の概略斜視図である。

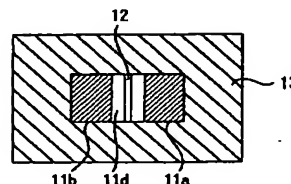
#### 【符号の説明】

10、30、40…基板、11、31、41…振動体、11a、31a、41a…第1振動部、11b、31b、41b…第2振動部、11c、31c、41c…第1連結部（上側連結部）、11d、31d、41d…第2連結部（下側連結部）、12…磁気センサ、13…駆動用コイル、21…AC増幅回路、22…同期検波回路、23…DC増幅回路、24…駆動回路、32、42…第1コイル、33、43…第2コイル、34…駆動用コイル、50a…基部、50b…励振用音叉部、50c…検出用音叉部。

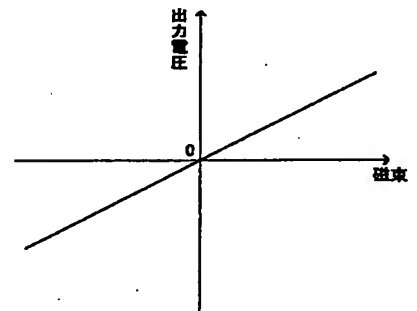
【図1】



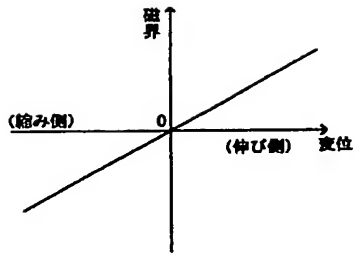
【図2】



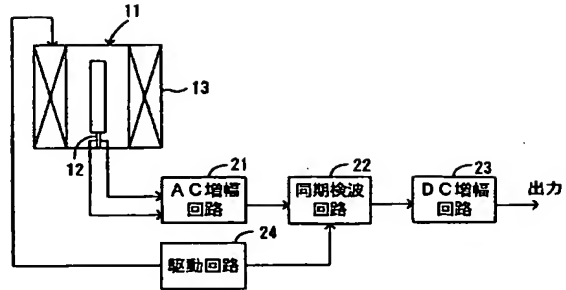
【図4】



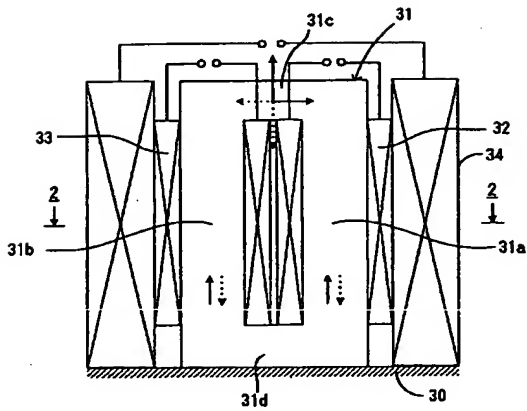
【図3】



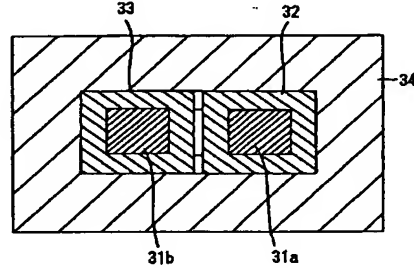
【図5】



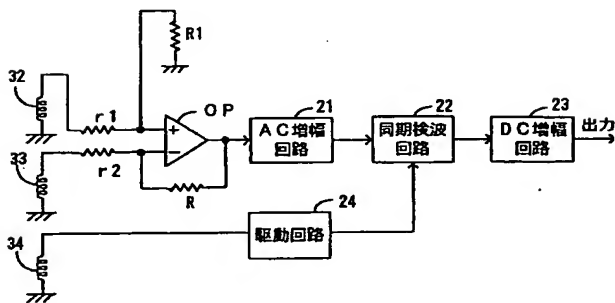
【図6】



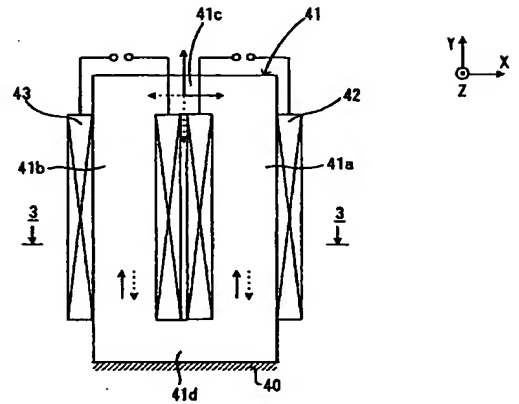
【図7】



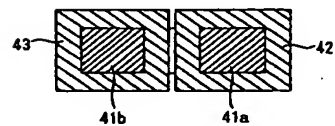
【図8】



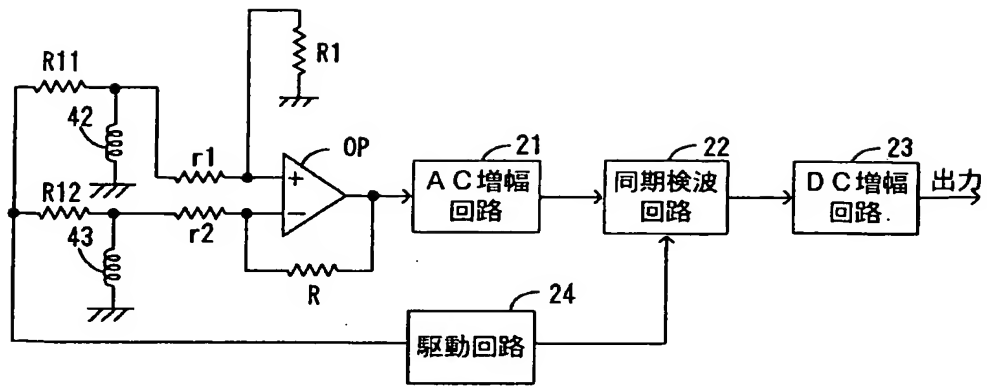
【図9】



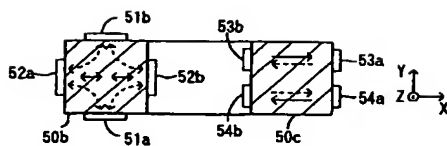
【図10】



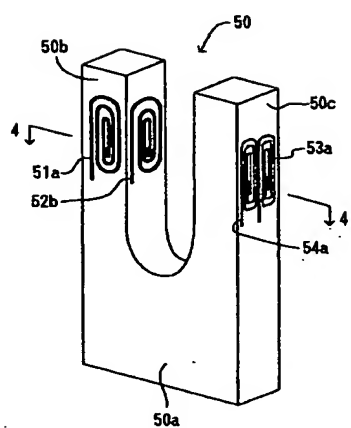
【図11】



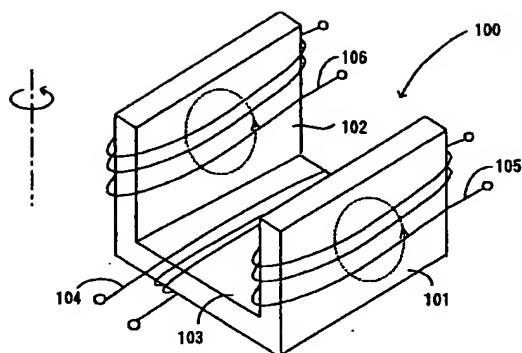
【図13】



【図12】



【図14】



\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The oscillating object which consists of a magnetostriction ingredient fixed to the substrate, and the driving means which generates the drive field which vibrates said oscillating object in the direction which intersects perpendicularly with a substrate, While having a detection means to detect the field which said oscillating object generates, making this oscillating object produce Coriolis force according to the angular velocity of the circumference of the shaft which intersects perpendicularly with the oscillating direction of said oscillating object, making this oscillating object distorted by this Coriolis force and generating a field In the angular rate assembly which detects said angular velocity by detecting this generating field with said detection means said oscillating object The angular rate assembly characterized by coming to contain the 1st connection section which connects the 1st oscillating section of the shape of a column by which the end was fixed to said substrate, the 2nd oscillating section of the shape of a column by which the end was fixed to said substrate, and said 1st oscillating section and said 2nd oscillating section in the location estranged from the substrate.

[Claim 2] It is the angular rate assembly according to claim 1 characterized by coming to contain the magnetometric sensor arranged all over the closed magnetic circuit in which said 1st oscillating section, said 2nd oscillating section, said 1st connection section, and said 2nd connection section form said detection means while having the 2nd connection section which consists of an ingredient which has the permeability of said magnetostriction ingredient, and the permeability more than an EQC, and connects said 1st and 2nd oscillating section by said part near the substrate.

[Claim 3] Said detection means is an angular rate assembly according to claim 1 characterized by coming to contain the 1st coil which winds said 1st oscillating section, the 2nd coil which winds said 2nd oscillating section, and an operation means to output the difference of the induced voltage produced in said 1st and 2nd coils.

[Claim 4] Said driving means is an angular rate assembly according to claim 3 characterized by consisting of drive circuits which pass a current in these 1st and 2nd coils so that each of said 1st and 2nd coils and these 1st and 2nd coils may generate the drive field of the same amplitude and the same phase.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the angular rate assembly which has a high detection precision especially about the angular rate assembly using a magnetostriction ingredient.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the angular rate assembly of various formats is known and the angular rate assembly which used the magnetostriction ingredient is indicated by JP,7-20140,A. This indicated angular rate assembly is equipped with the oscillating object 100 which consists of a magnetostriction ingredient as shown in drawing 14. The oscillating object 100 consists of the two legs 101,102 and the connection section 103 which connects this. Moreover, the leg 101,102 is carrying out crookedness vibration by the excitation community which the coil 104 for a drive generates. If the angular velocity shown by the drawing Nakaya mark is added by this, Coriolis force will arise in the direction which intersects perpendicularly in the oscillating direction of the leg 101,102, and the oscillating direction of this leg 101,102 will shift from the direction of vibration only by the excitation community. Therefore, the stress which originates in this gap and is committed to the leg 101,102 changes, and the field which this leg 101,102 generates according to a reverse magnetostrictive effect changes. This detection equipment is detecting change of this field with the coil 105,106 for detection, and detects the angular velocity which has joined this equipment.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the above-mentioned conventional angular rate assembly, since a closed magnetic circuit is formed within each leg 101,102 as the broken line showed in drawing 14, the magnetic flux interlinked with each coil 105,106 for detection has the problem that become very few things as total and the detection sensitivity of angular velocity becomes very low as a result.

[0004]

[Summary of the Invention] This invention is made that the above-mentioned technical problem should be coped with. The description The oscillating object which consists of a magnetostriction ingredient fixed to the substrate, and the driving means which generates the field which vibrates said oscillating object in the direction which intersects perpendicularly with a substrate, While having a detection means to detect the field which said oscillating object generates, making this oscillating object produce Coriolis force according to the angular velocity of the circumference of the shaft which intersects perpendicularly with the oscillating direction of said oscillating object, making this oscillating object distorted by this Coriolis force and generating a field In the angular rate assembly which detects said angular velocity by detecting this generating field with said detection means said oscillating object It is in coming to contain the 1st connection section which connects the 1st oscillating section of the shape of a column by which the end was fixed to said substrate, the 2nd oscillating section of the shape of a column by which the end was fixed to said substrate, and said 1st oscillating section and said 2nd oscillating section in the location estranged from the substrate.

[0005] According to this, since it is vibrating in the direction which intersects perpendicularly with a substrate, if the angular velocity of the circumference of the shaft which intersects perpendicularly with the oscillating direction joins these, Coriolis force will produce the 1st and 2nd oscillating

section and the 1st connection section in this oscillating direction and the direction (direction parallel to a substrate) which intersects perpendicularly. At this time, the amount of displacement of the 1st connection section in the location distant from the substrate fixed part becomes large compared with the amount of displacement near the substrate fixed part of the 1st and 2nd oscillating section.

Therefore, if the 1st connection section displaces to the 1st oscillating section side, the 1st oscillating section will be reduced and the 2nd oscillating section will be elongated. On the contrary, if the 1st connection section displaces to the 2nd oscillating section side, the 1st oscillating section will be elongated and the 2nd extension will be reduced.

[0006] Consequently, in the 1st oscillating section and the 2nd oscillating section, the field (field from which a phase differs 180 degrees) from which a direction differs 180 degrees occurs according to a magnetostrictive effect. Moreover, since the 1st and 2nd oscillating section is connected in the 1st connection section, the magnetic flux of the field generated to each passes connection circles as a magnetic path. Thereby, the magnetic flux of the field which each oscillating section generated serves as the same sense on a magnetic circuit, and is superimposed, consequently magnetic field strength increases. In order that the above-mentioned angular rate assembly may detect this field, that detection sensitivity will become good.

[0007] Moreover, in said angular rate assembly, while having the 2nd connection section which consists of an ingredient which has the permeability of said magnetostriction ingredient, and the permeability more than an EQC, and connects said 1st and 2nd oscillating section by said part near the substrate, it is suitable to come to contain the magnetometric sensor with which said detection means was arranged all over the closed magnetic circuit which said 1st oscillating section, said 2nd oscillating section, said 1st connection section, and said 2nd connection section form.

[0008] According to this, the magnetic flux of the field which the 1st and 2nd oscillating section generates will pass through the inside of the closed magnetic circuit which the 1st oscillating section, the 1st connection section, the 2nd oscillating section, and the 2nd connection section form, and a magnetometric sensor will be arranged in this closed magnetic circuit. Therefore, since it becomes possible to pass the great portion of magnetic flux of the field which the 1st and 2nd oscillating section generates in a magnetometric sensor, the angular rate assembly which has good detection sensitivity is offered.

[0009] Moreover, in the above-mentioned angular rate assembly, it is suitable for said detection means to come to contain the 1st coil which winds said 1st oscillating section, the 2nd coil which winds said 2nd oscillating section, and an operation means to output the difference of the induced voltage produced in said 1st and 2nd coils.

[0010] According to this, to each of the 1st and 2nd coil, the magnetic flux of a field and the magnetic flux of a drive field which were generated (namely, Coriolis force) interlink with angular velocity. For this reason, the output voltage of the 1st and 2nd coil serves as a value which applied the induced voltage produced by the drive field to the induced voltage based on the field produced with angular velocity. However, generally the field generated with angular velocity does not have good detection sensitivity by having considered output voltage of the 1st or 2nd coil as the output of an angular rate assembly as it was to the drive field, since it was very small. On the other hand, also in the field from which the direction produces them in the 1st and 2nd coil with angular velocity since the fields produced in the 1st and 2nd oscillating section with angular velocity differ 180 degrees, the directions differ 180 degrees. Therefore, the induced voltage which each coil generates differs in the phase 180 degrees. On the other hand, since the drive field is the same between the 1st and 2nd coil, the induced voltage is also the same between the 1st and 2nd coil. Then, if it constitutes so that the difference of the electrical potential difference produced in the 1st coil and the 2nd coil with an operation means may be outputted as mentioned above, a part for the induced voltage by the drive field is offset, and the induced voltage by angular velocity will become twice, and will be outputted. Consequently, the angular rate assembly which has good detection sensitivity is offered.

[0011] Moreover, in the angular rate assembly equipped with said 1st and 2nd coil and arithmetic circuit, it is suitable that said driving means consists of drive circuits which pass a current in these 1st and 2nd coils so that each of said 1st and 2nd coils and these 1st and 2nd coils may generate the drive field of the same amplitude and the same phase.

[0012] According to this, since the coil for detection can be used as a coil for a drive, an angular rate



assembly can be manufactured at a low price.

[0013]

[Embodiment of the Invention] When it explains hereafter, referring to a drawing about each operation gestalt of this invention, drawing 1 is the front view of the angular rate assembly concerning the 1st operation gestalt, and drawing 2 is the sectional view which cut the angular rate assembly of drawing 1 at the flat surface which met one to 1 line. This angular rate assembly is equipped with the oscillating object 11 fixed to the substrate 10, the magnetometric sensor 12, and the coil 13 for a drive (coil for excitation) fixed to the substrate 10 while winding the oscillating object 11.

[0014] The oscillating object 11 consists of a magnetostriction ingredient. TbFe<sub>2</sub> and TbCo<sub>0.4</sub>Fe<sub>1.6</sub> grade are used as a magnetostriction ingredient. It has the property (magnetostrictive effect) of displacing if these magnetostriction ingredients will generate the field according to this displacement if a variation rate (distortion) arises as shown in drawing 3, and a field is added. This oscillating object 11 is constituted from column-like 2nd oscillating section 11b, 1st connection section 11c, and the 11d of the 2nd connection sections by the abbreviation rectangular parallelepiped as well as column-like 1st oscillating section 11a in the abbreviation rectangular parallelepiped. The axis of 1st oscillating section 11a and the axis of 2nd oscillating section 11b are parallel.

[0015] Adhesion immobilization of each end section of the 1st and 2nd oscillating sections 11a and 11b is carried out at the substrate 10. 1st connection section 11c has connected 1st oscillating section 11a and 2nd oscillating section 11b at the substrate fixed side edge and opposite side edge (location estranged from the substrate 10) of the 1st and 2nd oscillating sections 11a and 11b. Adhesion immobilization is carried out and the 11d of the 2nd connection sections has connected both with the substrate by the part near the substrate of the 1st and 2nd oscillating sections 11a and 11b.

[0016] The magnetometric sensor 12 consists of a hall device, and as shown in drawing 4, it outputs the electrical potential difference according to the magnetic flux (field) to pass. A magnetometric sensor 12 has the same cross-section configuration as the 11d of the 2nd connection sections, and it is arranged so that it may be embedded in the mid-position of the 11d of these 2nd connection sections.

[0017] Drawing 5 shows the outline of the detector of an angular rate assembly. This detector is equipped with the AC amplifying circuit 21 where the both ends of a magnetometric sensor 12 were connected, the synchronous-detection circuit 22 connected with the AC amplifying circuit 21, the DC amplifying circuit 23 connected with the synchronous-detection circuit 22, and the drive circuit 24 connected with the coil 13 for a drive, and the synchronous-detection circuit 22.

[0018] Next, if actuation of the angular rate assembly constituted as mentioned above is explained, the drive circuit 24 will impress the driver voltage of a predetermined frequency to the coil 13 for a drive. Thereby, the coil 13 for a drive generates the drive field (field for excitation) which vibrates along with the longitudinal direction of the 1st and 2nd oscillating sections 11a and 11b to the oscillating object 11. Therefore, each part of the oscillating object 11 vibrates in the direction (Y shaft orientations shown in drawing 1) which intersects perpendicularly with a substrate 10, as arrow heads A and B showed to drawing 1. This vibration has the same period (henceforth a "drive period") as driver voltage.

[0019] In this condition, if the angular velocity of the circumference of the shaft (Z-axis shown in drawing 1) which intersects perpendicularly with the oscillating direction of this oscillating object 11 joins the oscillating object 11, Coriolis force will occur to each part of the oscillating object 11. This Coriolis force vibrates the same period as a drive period in the oscillating direction (Y shaft orientations) of the oscillating object 11, and the direction (X shaft orientations shown in drawing 1) which intersects perpendicularly with the added revolving shaft (Z shaft orientations) of angular velocity, as arrow heads C and D showed to drawing 1.

[0020] Each part of the oscillating object 11 deforms into X shaft orientations by this Coriolis force. At this time, the amount of displacement of 1st connection section 11c becomes large compared with the amount of displacement near [ which is being fixed to the substrate 10 of the 1st and 2nd oscillating sections 11a and 11b ] the part. It is because a free variation rate is regulated near [ which is being fixed to the substrate 10 ] the part. Therefore, if 1st connection section 11c displaces to the 1st oscillating section 11a side, as the arrow head E showed to drawing 1, 1st oscillating section 11a

will be reduced and 2nd oscillating section 11b will be elongated. On the contrary, if 1st connection section 11c displaces to the 2nd oscillating section side 11b side, as the arrow head F showed to drawing 1, 1st oscillating section 11a will be elongated and 2nd oscillating section 11b will be reduced.

[0021] Consequently, 1st oscillating section 11a and 2nd oscillating section 11b generate the field (field from which a phase differs 180 degrees) from which the sense differs 180 degrees mutually towards intersecting perpendicularly with a substrate 10 (Y shaft orientations) according to a magnetostrictive effect. In 1st connection section 11c and the 11d of the 2nd connection sections, connection, now since it is, the 1st and 2nd oscillating sections 11a and 11b moreover, the magnetic flux of the field generated in the 1st and 2nd oscillating sections 11a and 11b 1st connection section 11a, the 11d of the 2nd connection sections and a magnetometric sensor 12, 2nd oscillating section 11b, and 1st connection section 11c are passed as a magnetic path. If it puts in another way, a closed magnetic circuit will be formed by the oscillating object 11 and the magnetometric sensor 12.

[0022] Thereby, the magnetic flux of the field which the 1st and 2nd oscillating sections 11a and 11b generated serves as the same sense on a magnetic circuit, is superimposed, and passes a magnetometric sensor 12. Consequently, a magnetometric sensor 12 generates the electrical potential difference which has the amplitude according to the added angular velocity, and has the same period as a drive period.

[0023] The electrical potential difference which the above-mentioned magnetometric sensor 12 generated is amplified in the AC amplifying circuit 21, and is sent out to the synchronous-detection circuit 22. The synchronous-detection circuit 22 inputs the signal from the drive circuit 24, it rectifies the output signal of the AC amplifying circuit 21, taking driver voltage and a synchronization (reversing a negative electrical-potential-difference part on a forward electrical potential difference), integrates with the signal after rectification, and sends it out to the DC amplifying circuit 23. The DC amplifying circuit 23 amplifies this integral signal further, and outputs it. This serves as the final output as an angular rate assembly.

[0024] As explained above, when angular velocity is added in the 1st operation gestalt, the sense of the field generated in the 1st and 2nd oscillating sections 11a and 11b is a direction which intersects perpendicularly with a substrate 10, and differs 180 degrees mutually. Moreover, the magnetic flux of this field passes through the inside of the closed magnetic circuit which the oscillating object 11 and a magnetometric sensor 12 constitute. For this reason, a magnetometric sensor 12 is passed, without superimposing, without the field by the Coriolis force of 1st oscillating section 11a and the field by the Coriolis force of 2nd oscillating section 11b offsetting each other, and that magnetic flux almost leaking outside. The angular rate assembly which has good detection sensitivity by this is offered.

[0025] Next, when it explains referring to drawing 6 - drawing 8 about the 2nd operation gestalt of this invention, drawing 6 is the front view of the angular rate assembly concerning the 2nd operation gestalt, and drawing 7 is the sectional view which cut the angular rate assembly of drawing 6 at the flat surface which met two to 2 line. This angular rate assembly is equipped with the oscillating object 31 fixed to the substrate 30, the 1st and 2nd coil 32 and 33 for detection, and the coil 34 for a drive fixed to the substrate while winding these.

[0026] The oscillating object 31 consists of the same magnetostriction ingredient as the oscillating object 11 of the 1st operation gestalt, and is constituted from column-like 2nd oscillating section 31b, 1st connection section 31c, and the 31d of the 2nd connection sections by the abbreviation rectangular parallelepiped as well as column-like 1st oscillating section 31a in the abbreviation rectangular parallelepiped. The axis of 1st oscillating section 31a and the axis of 2nd oscillating section 31b are parallel.

[0027] The structure of the oscillating object 31 is the same as the structure of the oscillating object 11 of the 1st operation gestalt except for a magnetometric sensor 12. That is, adhesion immobilization of each end section of the 1st and 2nd oscillating sections 31a and 31b is carried out at the substrate 30. 1st connection section 31c has connected 1st oscillating section 31a and 2nd oscillating section 31b in the location estranged from the substrate 30. Adhesion immobilization is carried out and the 31d of the 2nd connection sections has connected both with the substrate by the part near the substrate of the 1st and 2nd oscillating sections 31a and 31b.

[0028] The 1st coil 32 is for detecting the field generated in 1st oscillating section 31a, it is wound around the perimeter of 1st oscillating section 31a, and the magnetic flux which passes through the inside of 1st oscillating section 31a interlinks it. Similarly, the 2nd coil 33 is for detecting the field generated in 2nd oscillating section 31b, it is wound around the perimeter of 2nd oscillating section 31b, and the magnetic flux which passes through the inside of 2nd oscillating section 31b interlinks it. It has the clue [ with this 2nd same coil 33 ] origin as the 1st coil 32 (resistance, inductance, etc.).

[0029] The coil 34 for a drive is for giving a drive field to the oscillating object 31 and vibrating this, and it is being fixed to the substrate 30 while being wound so that the 1st and 2nd coil 32 and 33 may be surrounded.

[0030] Drawing 8 shows the outline of the detector of the angular rate assembly concerning the above-mentioned 2nd operation gestalt. Only the input sections differ to the detector concerning the 1st operation gestalt which showed this detector to drawing 5 . Therefore, the same sign is given to the same component and the explanation is omitted.

[0031] The input section of this detector is equipped with the differential amplifier OP. The plus side input terminal of the differential amplifier OP is grounded through resistance R1 while connecting with the 1st coil 32 through resistance r1, and the minus side edge child is connected to the 2nd coil 33 through resistance r2. Moreover, the output terminal of the actuation amplifier OP is connected to the minus side input terminal through the feedback resistor R while connecting with the AC amplifying circuit 21.

[0032] Next, if actuation of the angular rate assembly constituted as mentioned above is explained, about generating of the field accompanying vibration of the oscillating object 31 by impression of driver voltage, generating of the Coriolis force by angular velocity, telescopic motion of the oscillating object 31 by Coriolis force, and telescopic motion of the oscillating object 31, it is the same as that of the 1st operation gestalt. That is, if the angular velocity of the circumference of the shaft (Z-axis of drawing 6 ) which intersects perpendicularly with the oscillating direction (Y shaft orientations of drawing 6 ) by the drive field to the oscillating object 31 is added, 1st oscillating section 31a and 2nd oscillating section 31b will generate the field (field from which a phase differs 180 degrees) from which the sense differs 180 degrees mutually towards intersecting perpendicularly with a substrate 30.

[0033] Moreover, since the 1st and 2nd oscillating sections 31a and 31b are connected in 1st connection section 31c and the 31d of the 2nd connection sections, the magnetic flux of the field generated in the 1st and 2nd oscillating sections 31a and 31b passes 1st oscillating section 31a, the 31d of the 2nd connection sections and 2nd oscillating section 31b, and 1st connection section 31c as a magnetic path. Thereby, in the 1st and 2nd coil 32 and 33, the magnetic flux from which a direction differs 180 degrees passes.

[0034] On the other hand, to each of the 1st and 2nd coil 32 and 33, the magnetic flux of a drive field with the coil 34 for a drive interlinks in the same direction. For this reason, the induced voltage generated to each of the 1st and 2nd coil 32 and 33 has the same amplitude produced with angular velocity, and the induced voltage from which a phase differs 180 degrees, and the amplitude and phase which were produced by the drive field serve as a value which applied the same induced voltage.

[0035] The induced voltage of this 1st and 2nd coil 32 and 33 is inputted into the differential amplifier OP, and the differential amplifier OP outputs the difference of both electrical potential differences. Consequently, a part for the induced voltage by the drive field is offset, and the induced voltage produced in each coils 32 and 33 with angular velocity becomes twice, and it is outputted. And this output is amplified in the AC amplifying circuit 21, and the synchronous-detection circuit 22 is rectified and integrated with it, and it is amplified and outputted in the DC amplifying circuit 23.

[0036] As explained above, while a part for the induced voltage by the drive field is offset, in the 2nd operation gestalt, it is outputted to each coils 32 and 33, the electrical potential difference by angular velocity by which induction is carried out being used as twice. Therefore, the angular rate assembly which has good detection sensitivity is offered.

[0037] Next, when it explains referring to drawing 9 - drawing 11 about the 3rd operation gestalt of this invention, drawing 9 is the front view of the angular rate assembly concerning the 2nd operation

gestalt, and drawing 10 is the sectional view which cut the angular rate assembly of drawing 9 R> 9 at the flat surface which met three to 3 line. This angular rate assembly is different from the 2nd operation gestalt only in the point that the coil for detection (the 1st coil, the 2nd coil 32 and 33) explained with the 2nd operation gestalt is used also as a coil for a drive. That is, this angular rate assembly is equipped with the oscillating object 41 fixed to the substrate 40, and the 1st and 2nd coil 42 and 43 for a drive and detection.

[0038] The oscillating object 41 consists of the same magnetostriction ingredient as the oscillating object 31 of the 2nd operation gestalt, and is constituted from column-like 2nd oscillating section 41b, 1st connection section 41c, and the 41d of the 2nd connection sections by the abbreviation rectangular parallelepiped as well as column-like 1st oscillating section 41a in the abbreviation rectangular parallelepiped. The axis of 1st oscillating section 41a and the axis of 2nd oscillating section 41b are parallel.

[0039] The structure of the oscillating object 41 is the same as the 2nd operation gestalt. That is, adhesion immobilization of each end section of the 1st and 2nd oscillating sections 41a and 41b is carried out at the substrate 40. 1st connection section 41c has connected 1st oscillating section 41a and 2nd oscillating section 41b in the location estranged from the substrate 40. Adhesion immobilization is carried out and the 41d of the 2nd connection sections has connected both with the substrate by the part near the substrate of the 1st and 2nd oscillating sections 41a and 41b.

[0040] The 1st coil 42 is for detecting the field generated in 1st oscillating section 41a, it is wound around the perimeter of 1st oscillating section 41a, and the magnetic flux which passes through the inside of 1st oscillating section 41a interlinks it while giving the predetermined amplitude and the drive field of a period to 1st oscillating section 41a and vibrating this 1st oscillating section 41a. Similarly, the 2nd coil 43 is for detecting the field generated in 2nd oscillating section 41b, it is wound around the perimeter of 2nd oscillating section 41b, and the magnetic flux which passes through the inside of 2nd oscillating section 41b interlinks it while giving the predetermined amplitude and the drive field of a period to 2nd oscillating section 41b and vibrating this 2nd oscillating section 41b. It has the clue [ with this 2nd same coil 43 ] origin as the 1st coil 42 (resistance, inductance, etc.).

[0041] Drawing 11 shows the outline of the detector of the angular rate assembly concerning the above-mentioned 3rd operation gestalt. This detector is different to the detector concerning the 2nd operation gestalt shown in drawing 8 only in the point that the drive circuit 24 is connected to the 1st and 2nd coil 42 and 43 through resistance R11 and R12, respectively. Thereby, the driver voltage of the same period is given to the 1st and 2nd coil 42 and 43 with the same amplitude, and the same drive current energizes.

[0042] Next, if actuation of the angular rate assembly constituted as mentioned above is explained, about generating of the field accompanying vibration of the oscillating object 41 by impression of driver voltage, generating of the Coriolis force by angular velocity, telescopic motion of the oscillating object 41 by Coriolis force, and telescopic motion of the oscillating object 41, it is the same as that of the 1st and 2nd operation gestalt. That is, if the angular velocity of the circumference of the shaft (Z-axis of drawing 9 ) which intersects perpendicularly with the oscillating direction (Y shaft orientations of drawing 9 ) by the drive field to the oscillating object 41 is added, 1st oscillating section 41a and 2nd oscillating section 41b will generate the field (field from which a phase differs 180 degrees) from which the sense differs 180 degrees towards intersecting perpendicularly with a substrate 40.

[0043] Moreover, since the 1st and 2nd oscillating sections 41a and 41b are connected in 1st connection section 41c and the 41d of the 2nd connection sections, the magnetic flux of the field generated in the 1st and 2nd oscillating sections 41a and 41b passes 1st connection section 41a, the 41d of the 2nd connection sections and 2nd oscillating section 41b, and 1st connection section 41c as a magnetic path. Thereby, in the 1st and 2nd coil 42 and 43, the magnetic flux from which a direction differs 180 degrees interlinks.

[0044] On the other hand, the magnetic flux of the drive field which the 1st and 2nd coil 42 and 43 makes to each of the 1st and 2nd coil 42 and 43 interlinks in the same direction. For this reason, the induced voltage generated to each of the 1st and 2nd coil 42 and 43 has the same amplitude produced with angular velocity, and the induced voltage from which a phase differs 180 degrees, and the

amplitude and phase which were produced by the drive field serve as a value which applied the same induced voltage.

[0045] The induced voltage of this 1st and 2nd coil 42 and 43 is inputted into the differential amplifier OP, and the differential amplifier OP outputs the difference of both electrical potential differences. Consequently, a part for the induced voltage by the drive field is offset, and the induced voltage produced in each coils 42 and 43 with angular velocity becomes twice, and it is outputted. And this output is amplified in the AC amplifying circuit 21, and the synchronous-detection circuit 22 is rectified and integrated with it, and it is amplified and outputted in the DC amplifying circuit 23.

[0046] As explained above, while a part for the induced voltage by the drive field is offset, in the 3rd operation gestalt, it is outputted to each coils 42 and 43, the electrical potential difference by angular velocity by which induction is carried out being used as twice. Therefore, the angular rate assembly which has good detection sensitivity is offered. Moreover, the 1st and 2nd coil 42 and 43 for angular-velocity detection functions also as a coil for a drive made to generate the field for a drive. For this reason, it is not necessary to prepare the coil for a drive separately, and the cost of equipment can be reduced.

[0047] Next, when it explains referring to drawing 12 and drawing 13 about other operation gestalten of the angular rate assembly using a magnetostriction ingredient, it is the sectional view cut at the flat surface at which drawing 12 met those of this angular rate assembly with an outline perspective view, and drawing 13 met four to 4 line in the angular rate assembly of drawing 12. This angular rate assembly is called the so-called tuning fork mold, and the tuning fork 50 is formed from the same magnetostriction ingredient as the 1st operation gestalt, and it consists of base 50a, sound crotched portion 50b for excitation, and sound crotched portion 50c for detection.

[0048] Sound crotched portion 50b for excitation has the abbreviation square pole configuration, and is extended from base 50a to one side. The coils 51a, 51b, 52a, and 52b for excitation which vapor-deposited Au so that it might have a curled form clockwise pattern are formed in each side face of sound crotched portion 50b for excitation. Sound crotched portion 50c for detection has the same configuration as sound crotched portion 50b for excitation, and is extended in parallel with sound crotched portion 50b for excitation towards said one side from base 50a in the location which separated sound crotched portion 50b for excitation, and a predetermined distance.

[0049] Moreover, the coils 53a, 53b, 54a, and 54b for detection which vapor-deposited Au so that it might have a curled form pattern are formed in the field which intersects perpendicularly with the X-axis which is the side face of sound crotched portion 50c for detection, and was shown in drawing 13. Among these, the coils 53a and 54a for detection are formed on the same field, and the coils 53b and 54b for detection are formed on the same field. Moreover, while coil 53a for detection and coil 53b for detection are arranged so that it may counter mutually, it connects with a serial in the detector which is not illustrated, and the induced voltage produced in each coil is compounded. Similarly, while coil 54a for detection and coil 54b for detection are arranged so that it may counter mutually, it connects with a serial in the detector which is not illustrated, and the induced voltage produced in each coil is compounded. Furthermore, the positive/negative of which synthetic induced voltage is reversed in the detector which is not illustrated, and the induced voltage (synthetic induced voltage) by which the coils 53a and 53b for detection were compounded, and the induced voltage (synthetic induced voltage) by which the coils 54a and 54b for detection were compounded are superimposed by other synthetic induced voltage.

[0050] Next, if actuation of the above-mentioned angular rate assembly is explained, in the coils 51a and 51b for excitation, the current of a sine wave with same amplitude and phase will energize. Moreover, in the coils 52a and 52b for excitation, the current and amplitude which are energized in said coils 51a and 51b for excitation are the same, and the current of the sine wave from which a phase differs 180 degrees energizes. A field as shown by the arrow head of a broken line in drawing 13 occurs by this, and a synthetic field becomes what met X shaft orientations of drawing 13 as the arrow head of a continuous line showed all over this drawing. This synthetic field vibrates having the period of said sinusoidal current, and turns into an excitation field.

[0051] It will expand and contract according to a magnetostrictive effect, and if the above-mentioned excitation field is added, sound crotched portion 50b for excitation will vibrate along with the X-

axis. Since a rightward excitation field joins a right half, this reduces a left half and a right half specifically elongates when sound crotched portion 50b for excitation is classified into right and left with a center line parallel to a Y-axis in drawing 13 , and a leftward excitation field joins a left half, sound crotched portion 50b for excitation deforms leftward (the negative direction of the X-axis). Moreover, since a leftward excitation field joins a right half, this elongates a left half and a right half reduces when a rightward excitation field joins the left half of sound crotched portion 50b for excitation, sound crotched portion 50b for excitation deforms rightward (the forward direction of the X-axis). And such deformation occurs by turns according to an excitation field, and sound crotched portion 50b for excitation vibrates.

[0052] If sound crotched portion 50b for excitation vibrates, sound crotched portion 50c for detection will resonate, and will vibrate along with the X-axis. If the angular velocity of the circumference of the Z-axis is added at this time, in sound crotched portion 50 for detection c, the Coriolis force which vibrates in Y shaft orientations will occur. For this reason, sound crotched portion 50c for detection is crooked by turns also in forward [ of a Y-axis ], or the negative direction. Consequently, sound crotched portion 50c for detection is reduced to a crookedness side, and as the arrow head showed drawing 13 , the field of the negative direction (or the forward direction) of the X-axis is generated according to a magnetostrictive effect. Moreover, in the opposite side, it elongates a crookedness side, and sound crotched portion 50c for detection generates the field of the forward direction (or the negative direction) of the X-axis according to a magnetostrictive effect. And the field generated in this way makes each of the coils 53a, 53b, 54a, and 54b for detection generate induced voltage. This induced voltage is processed by the detector which was mentioned above and which is not illustrated, and serves as an output of an angular rate assembly.

[0053] As explained above, this angular rate assembly realizes the conventional tuning fork mold angular rate assembly using a magnetostriction ingredient, and since it is made to superimpose so that the induced voltage produced with angular velocity to each of four coils 53a, 53b, 54a, and 54b for detection may not be offset mutually and outputs, it is what has a high detection precision.

[0054] As mentioned above, as explained, according to this invention, the high angular rate assembly of detection sensitivity is offered, using a magnetostriction ingredient. In addition, this invention is not limited to each operation gestalt explained above, and other gestalten can be used for it within the limits of this invention. For example, in the 1st operation gestalt, although the 11d of the 2nd connection sections was formed from the same magnetostriction ingredient as the 1st and 2nd oscillating sections 11a and 11b, the thin film which may consist of ingredients which have larger permeability than the permeability of this magnetostriction ingredient, or consists of such high permeability materials may be stuck on the side face of the 11d of the 2nd connection sections (except for the side face of a magnetometric sensor 12).

---

[Translation done.]

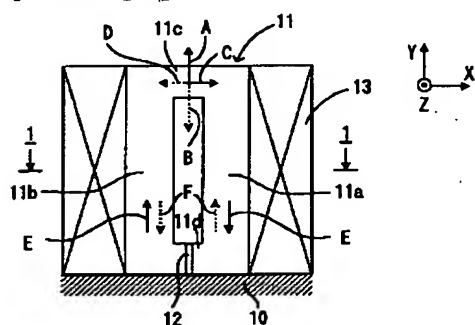
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

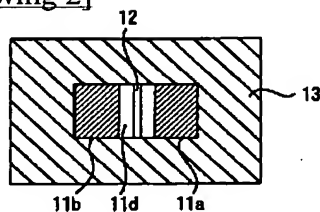
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

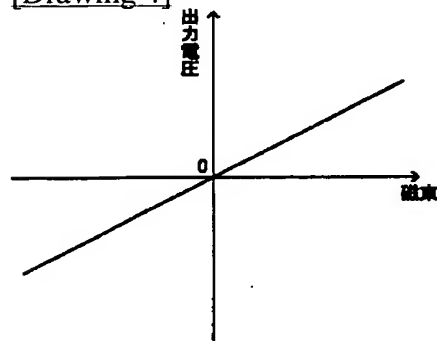
[Drawing 1]



[Drawing 2]

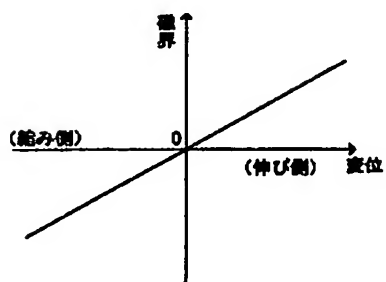


[Drawing 4]

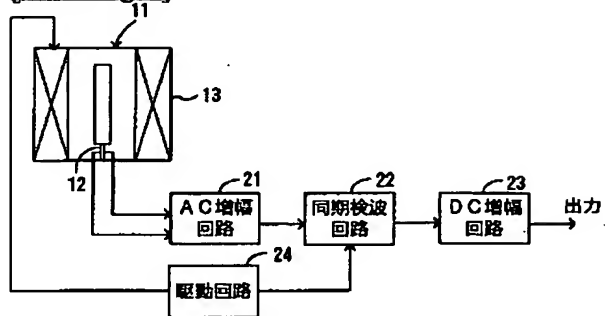


[Drawing 3]

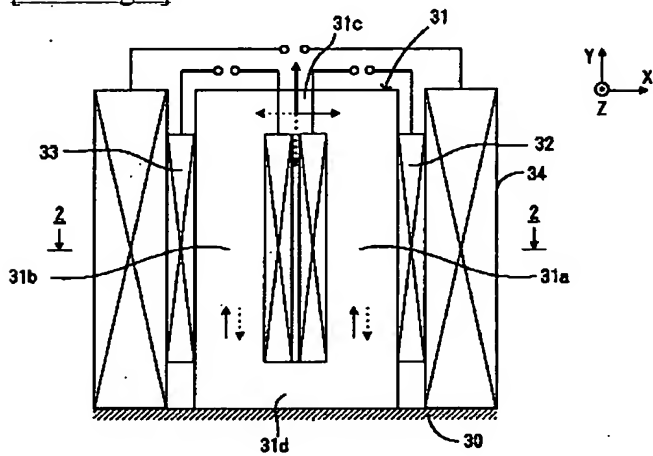




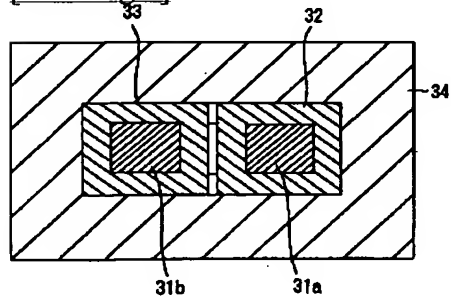
[Drawing 5]



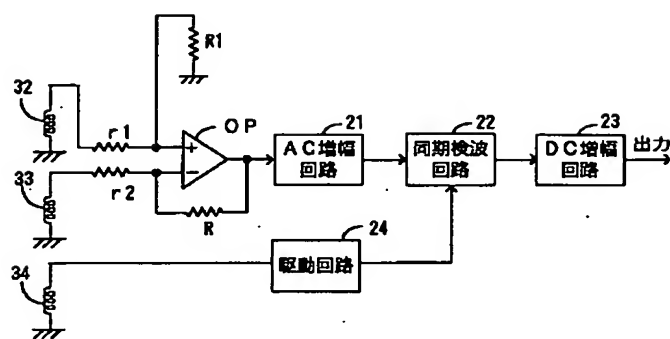
[Drawing 6]



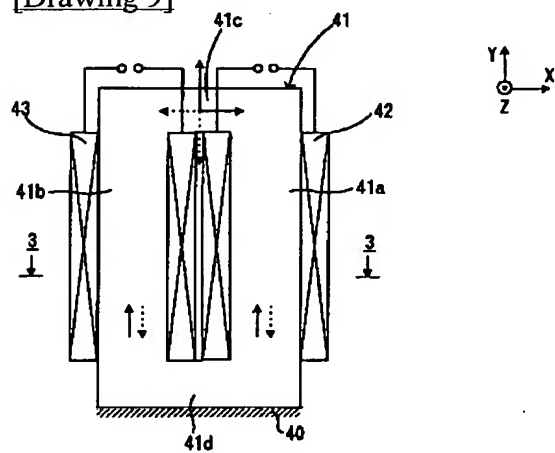
[Drawing 7]



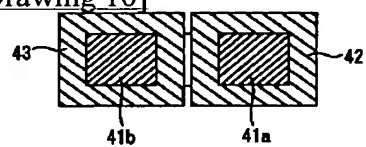
[Drawing 8]



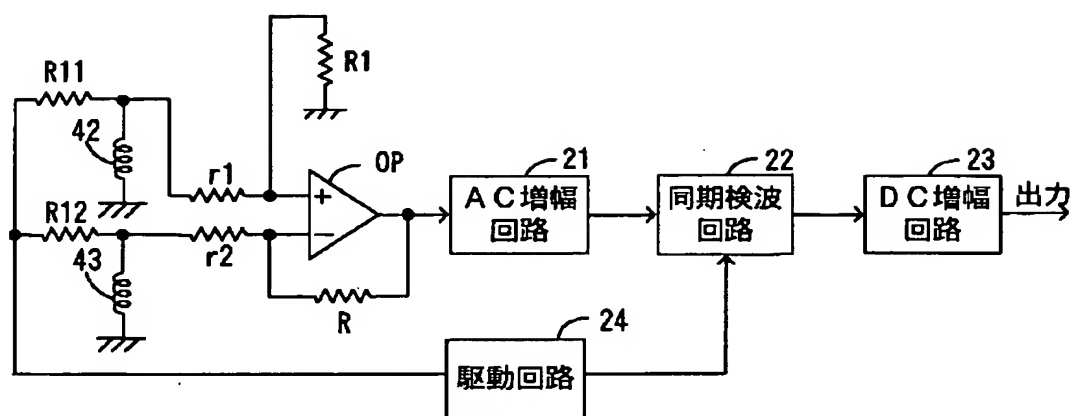
[Drawing 9]



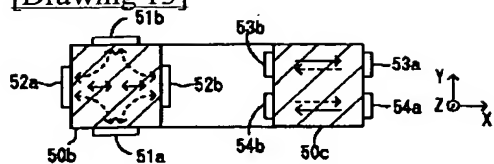
[Drawing 10]



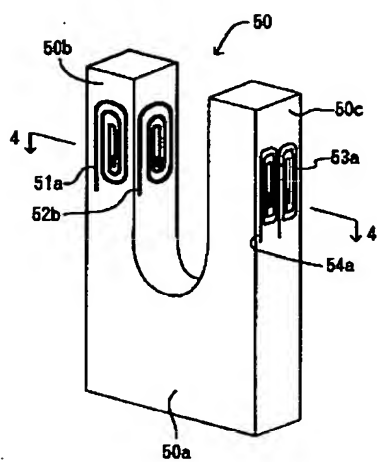
[Drawing 11]



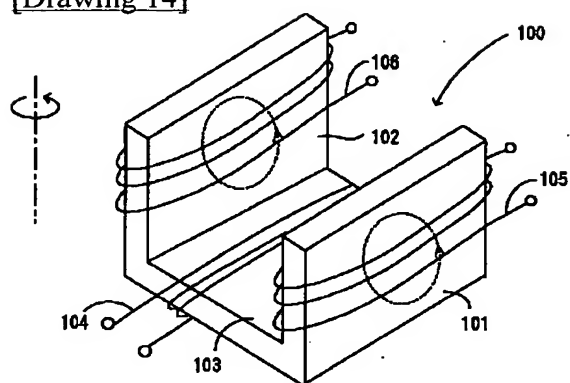
[Drawing 13]



[Drawing 12]



[Drawing 14]



[Translation done.]